

OPTIMASI PENJADWALAN PENGIRIMAN PRODUK JADI MENGUNAKAN PENDEKATAN BINARY INTEGER PROGRAMMING (Studi Kasus di PT Tiga Pilar Sejahtera Surakarta)

Sriyanto, Estie Susanti
Program Studi Teknik Industri
Email : sriyanto@industri.ft.undip.ac.id

Abstract

Scheduling is still a cumbersome activity for an industry with complex orders. As does PT Tiga Pilar Sejahtera (TPS), a growing national company which produces noodles, TPS management also have trouble in planning their order delivery schedule. Intuition still on the first place to pursue their policy. Intuition in decision making itself, is based on the experience of the decision maker. Without an enough the use of intuition only in dealing with delivery scheduling can result in a costly delivery schedule.

Optimize the delivery schedule means that a manager should decide the optimal way in delivering orders. Its means the right time and the right choice of how an order should be delivered. The probability of consolidating orders must be considered. Consolidation in TPS is done for two reasons, which are, to minimize total transportation cost and to minimize the risk of product damage along its trip to their destination points.

Binary integer programming with its ability to model yes or no decision, has proved that it can effectively solve this delivery scheduling problem. By modeling this problem in to BIP form, deciding the right way in delivering orders were no longer became one difficult thing to do.

Keywords : *delivery schedule, consolidation, Binary Integer Programming*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Tiga Pilar Sejahtera adalah perusahaan swasta nasional bertipe produksi *make to stock* penghasil bahan makanan berupa mi yang sedang berkembang. Produk mi yang dihasilkan PT Tiga Pilar Sejahtera sangat bermacam-macam. Produk-produk ini sudah cukup dikenal masyarakat.

Pelanggan PT Tiga Pilar Sejahtera tersebar hampir di seluruh Indonesia. Sebagian besar dari pelanggan adalah usaha dagang atau pedagang besar. Pelanggan-pelanggan ini cukup setia kepada PT Tiga Pilar Sejahtera dengan tetap konsisten dalam melakukan pemesanan.

Pada Bulan Maret 2005 PT Tiga Pilar Sejahtera terpaksa harus menyewa gudang di kompleks gudang Pedaringan Surakarta. Hal ini dikarenakan kapasitas gudang yang

dimiliki tidak mencukupi. Berdasarkan wawancara yang dilakukan diperoleh informasi bahwa produk yang disimpan dalam gudang saat itu adalah produk yang sudah teralokasi untuk memenuhi permintaan konsumen. Produk-produk ini belum dikirimkan karena harus menyesuaikan dengan jadwal pengiriman yang ada.

Penjadwalan pengiriman order konsumen di PT Tiga Pilar Sejahtera dilakukan oleh departemen logistik bagian distribusi. Selama ini penjadwalan pengiriman dilakukan sepenuhnya secara intuitif. Intuisi secara definitif sangat jauh dari proses analitis yang rasional dan bisa bernilai tinggi untuk manajer yang sudah sangat berpengalaman. Dengan pengalaman yang memadai, seorang manajer akan dapat dengan cepat dan tepat menganalisa dan mengambil keputusan berkaitan dengan permasalahan yang dihadapinya. Sebagai catatan, seorang manajer yang sepenuhnya

menggunakan intuisinya saja dalam mengambil keputusan hanya akan bisa belajar dari umpan balik dari penerapan keputusannya. Hal ini akan berarti buruk bagi manajer yang belum mempunyai cukup pengalaman. [Ref. 2 hal 5]

Manajemen PT Tiga Pilar Sejahtera memiliki kebijakan yang mengakibatkan seringnya terjadi turn over pegawai, termasuk juga posisi-posisi penting di departemen logistik. Untuk beberapa tugas yang hanya mengandalkan intuisi pelaksana saja, seperti dalam penjadwalan pengiriman, hal ini jelas sangat merugikan. Hal ini pula yang mengakibatkan tidak efektif dan tidak efisien-nya jadwal pengiriman yang dihasilkan. Sebagai contoh adalah terjadinya pembengkakan biaya untuk aktivitas yang tidak produktif dalam pendistribusian barang yang dilakukan PT Tiga Pilar Sejahtera tanpa disertai adanya peningkatan pelayanan pada Maret 2005 lalu.

Tidak adanya peningkatan pelayanan ini bisa dilihat dari masih banyaknya keluhan keterlambatan pengiriman. Pembengkakan biaya yang terjadi karena perencanaan distribusi yang tidak efisien berupa biaya transportasi untuk mendukung aktivitas pelangiran dari pabrik ke gudang sewa dan biaya simpan (biaya simpan) yang terdiri dari:

- Biaya penyimpanan, karena produk mengalami penyimpanan lebih lama.
- Biaya sewa gudang.
- Biaya penambahan tenaga kerja di gudang sewa.

Penyewaan gudang ini juga mengakibatkan perusahaan mengalami kesulitan dalam melakukan pengkoordinasian di departemen gudang karena lokasi gudang sewa dengan gudang di lokasi pabrik relatif jauh. Kebijakan mengenai rotasi pegawai ini tidak akan terlalu berpengaruh terhadap hasil penjadwalan pengiriman seandainya saja perusahaan memiliki metode analitis yang valid dalam melakukan penjadwalan.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian dalam latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan yang

dihadapi PT Tiga Pilar Sejahtera adalah belum adanya pendekatan secara analitis dalam pengambilan keputusan untuk pendistribusian produk PT Tiga Pilar Sejahtera. Selama ini pengambilan keputusan sepenuhnya dilakukan secara intuitif dan terbukti mengakibatkan tidak efisiennya pendistribusian barang dan banyaknya keterlambatan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Melakukan pendekatan analitis terhadap permasalahan yang dihadapi dalam pengambilan keputusan untuk perencanaan distribusi di PT Tiga Pilar Sejahtera dengan memodelkan kedalam model kuantitatif dan membandingkannya dengan metode yang selama ini dilakukan perusahaan.
2. Memberikan usulan rencana pengiriman yang optimal yang dapat meminimasi total biaya transportasi menggunakan model kuantitatif yang telah dibuat.
3. Membandingkan jadwal pengiriman yang baru dengan jadwal yang dibuat perusahaan.

1.4 Pembatasan Masalah dan Asumsi

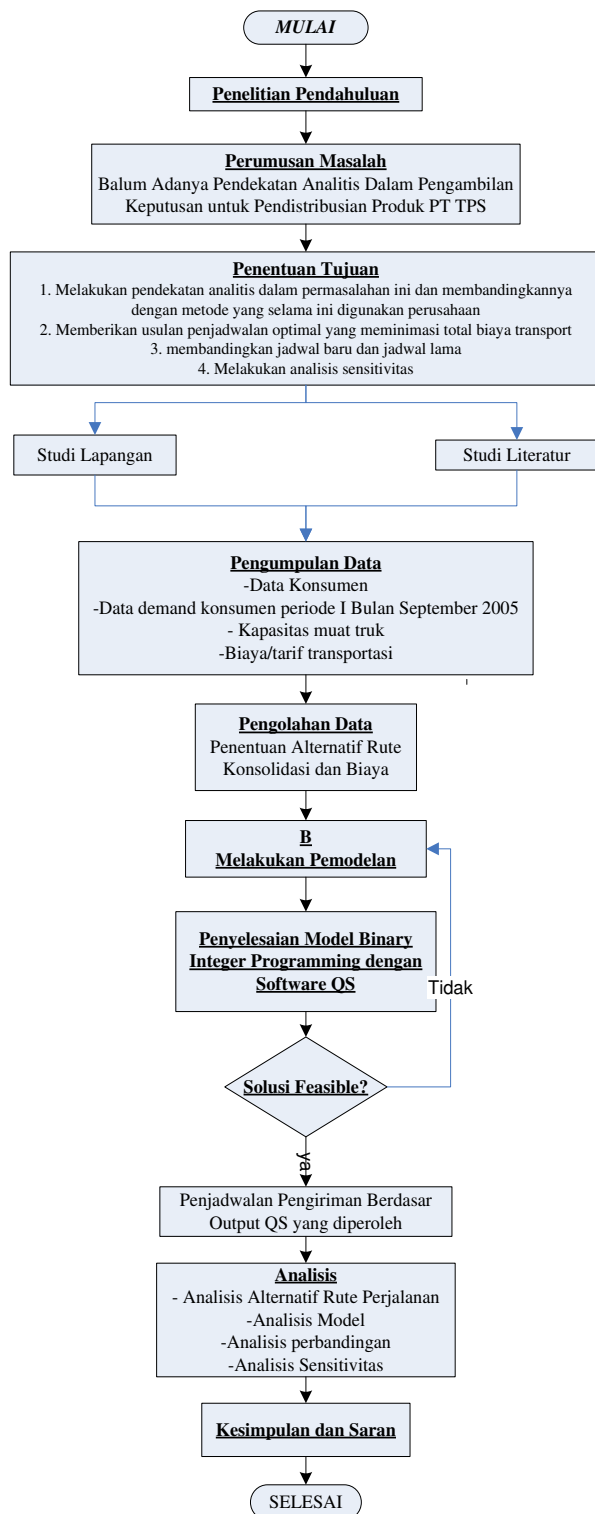
Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Penelitian dibatasi hanya untuk proses pendistribusian produk jadi.
2. Penelitian dibatasi untuk transportasi jarak jauh di Propinsi Jawa Barat untuk konsumen dengan order yang rutin.
3. Perencanaan dilakukan untuk satu periode.

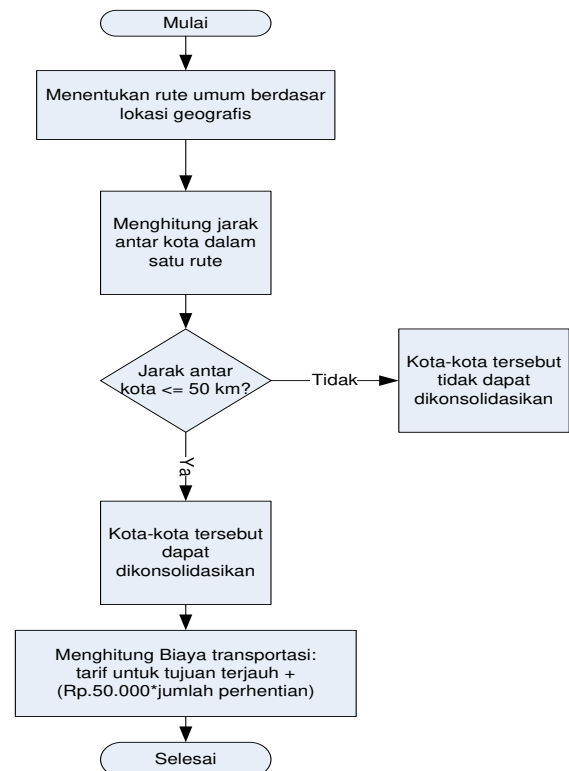
Asumsi yang digunakan adalah :

1. Kondisi lalu lintas sepanjang jalur transportasi normal.
2. Alat transport yang digunakan untuk pengiriman terdiri atas satu macam kendaraan yang identik.

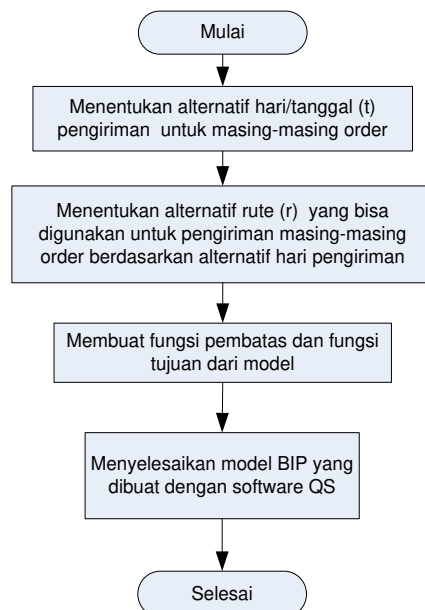
2. METODE PENELITIAN



2.1 Pengolahan Data



2.2 Pemodel an BIP



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rute Pengiriman

No	Rute	Kode	Biaya
1	Solo-Banjar	A	875
2	Solo-Ciamis	B	875
3	Solo-Tasik	C	885
4	Solo-Garut	D	1010
5	Solo-Bandung	E	940
6	Solo-Cimahi	F	978
7	Solo-Padalarang	G	1095
8	Solo-Cianjur	H	1095
9	Solo-Sukabumi	I	1135
10	Solo-Cibadak	J	1135
11	Solo-Ciawi	K	1156
12	Solo-Bogor	L	1255
13	Solo-Cibinong	M	1255
14	Solo-Rangkasbitung	N	1255
15	Solo-Pandeglang	O	1255
16	Solo-Serang	P	1368
17	Solo-Cilegon	Q	1368
18	Solo-Majalengka	R	940
19	Solo-Sumedang	S	940
20	Solo-Kuningan	T	940
21	Solo-Sumber	U	940
22	Solo-Cirebon	V	730
23	Solo-Lohbener	W	730
24	Solo-Indramayu	X	730
25	Solo-Pamanukan	Y	1095
26	Solo-Cikampek	Z	1095
27	Solo-Purwakarta	AB	1095
28	Solo-Karawang	AC	1135
29	Solo-Cikarang	AD	1135
30	Solo-Banjar-Ciamis	AE	925
31	Solo-Ciamis Tasik	AF	935
32	Solo-Banjar-Ciamis-Tasik	AG	985
33	Solo-Banjar-Tasik	AH	935
34	Solo-Tasik-Garut	AI	1060
35	Solo-Bandung-Cimahi	AJ	1028
36	Solo-Cimahi-Padalarang	AK	1145
37	Solo-Bandung-Cimahi-Padalarang	AL	1195
38	Solo-Bandung-Padalarang	AM	1145
39	Solo-Padalarang-Cianjur	AN	1145
40	Solo-Cianjur-Sukabumi	AO	1185
41	Solo-Sukabumi-Cibadak	AP	1185
42	Solo-Cibadak-Ciawi	AQ	1206

43	Solo-Ciawi-Bogor	AR	1305
44	Solo-Cibadak-Ciawi-Bogor	AS	1355
45	Solo-Cibadak-Bogor	AT	1305
46	Solo-Bogor-Cibinong	AU	1305
47	Solo-Ciawi-Bogor-Cibinong	AV	1355
48	Solo-Ciawi-Cibinong	AW	1305
49	Solo-Rangkas Bitung-Pandeglang	AX	1305
50	Solo-Pandeglang-Serang	AY	1418
51	Solo-Rangkas Bitung-Pandeglang-Serang	AZ	1468
52	Solo-Rangkasbitung-Serang	BA	1418
53	Solo-Serang-Cilegon	BB	1418
54	Solo-Pandeglang-Serang-Cilegon	BC	1468
55	Solo-Pandeglang-Cilegon	BD	1418
56	Solo-Majalengka-Sumedang	BE	990
57	Solo-Sumedang-Bandung	BF	990
58	Solo-Kuningan-Sumber	BG	990
59	Solo-Cirebon - Kuningan	BH	990
60	Solo-Kuningan - Majalengka	BI	990
61	Solo-Cirebon-Sumber	BJ	990
62	Solo-Lohbener-Indramayu	BK	780
63	Solo-Pamanukan-Cikampek	BL	1145
64	Solo-Bandung-Padalarang	BM	1145
65	Solo-Padalarang-Purwakarta	BN	1145
66	Solo-Purwakarta-Cikampek	BO	1145
67	Solo-Cikampek Karawang	BP	1185
68	Solo-Purwakarta-Cikampek-Karawang	BQ	1235
69	Solo-Purwakarta-Karawang	BR	1185
70	Solo-Karawang-Cikarang	BS	1185
71	Solo-Cikampek-Karawang-Cikarang	BT	1235
72	Solo-Cikampek-Cikarang	BU	1185
73	Solo-Cianjur-Ciawi	BV	1206

Penentuan rute konsolidasi bertujuan untuk mendapatkan rute-rute dengan lebih dari satu tujuan, disesuaikan dengan ketentuan-ketentuan dari perusahaan dan ada tidaknya jalur transportasi/jalan raya yang menghubungkan kota-kota tujuan tersebut. Komponen jarak sangat penting dalam tahap ini. Kota-kota tujuan untuk area Jawa Barat dikelompokkan berdasarkan jalur penghubung (fasilitas jalan raya) dan diposisikan berurutan sesuai dengan posisi geografisnya. Selanjutnya dihitung jarak antar kota dalam satu kelompok tersebut. Kota-kota yang dapat dikonsolidasikan adalah kota-kota dengan jarak kurang atau sama dengan 50 Km. Jarak antar kota yang dapat dikonsolidasikan dibatasi sejauh 50 Km ini

dilakukan untuk alasan keamanan produk. Produk mi adalah produk yang rentan terhadap benturan ataupun guncangan. Selama ini untuk langkah antisipatif terhadap kerusakan dikarenakan guncangan selama perjalanan, khususnya apabila truk tidak terisi penuh, adalah dengan kebijakan penataan produk di dalam truk. Dengan adanya konsolidasi pengiriman, artinya akan ada lebih dari satu aktivitas bongkar, yang tentu saja akan mengakibatkan perubahan penataan produk, yang dipastikan tidak akan seaman penataan dari gudang pabrik. Jarak 50 Km ini adalah jarak tempuh terjauh untuk pelayanan jarak dekat yang selama ini dilakukan oleh PT Tiga Pilar Sejahtera, dengan kerusakan produk masih dalam toleransi.

Tarif transportasi telah ditetapkan oleh transporter, untuk setiap penambahan kota tujuan besar tagihan adalah tarif untuk kota tujuan terjauh dengan penambahan Rp 50.000,-. Kota tujuan dalam sekali pengiriman dibatasi hanya tiga. Hal ini disesuaikan dengan adanya kebijakan perusahaan mengenai order minimal yang diperbolehkan yaitu sebesar 2000Kg, atau seperti dari *truck load*.

Setelah dilakukan pengolahan data, diperoleh rute-rute konsolidasi yang mungkin untuk area Jawa Barat. Dari semua rute konsolidasi yang diperoleh dapat dilihat bahwa jarak antara kota-kota dalam satu rute tersebut tidak ada yang lebih dari 50 Km. Biaya transportasi untuk rute multi tujuan-pun telah sesuai dengan ketentuan yang disepakati, yaitu sebesar tarif untuk kota tujuan terjauh dalam rute tersebut, ditambah dengan Rp.50.000,- untuk setiap penambahan satu perhentian.

3.2 Hasil Pemodelan

$$\text{Min} \quad \sum_{r \in R} \sum_{t=1}^T f_r Y_{rt} + \sum_{k \in K} g_k Z_k$$

Subject to

$$\sum_{k: r_k \leq t \leq d_k - \tau_{kr}} w_k X_{krt} \leq q Y_{rt}$$

$$r \in R, t = 1, \dots, T$$

$$\sum_{r: i_k \in S_r} \sum_{t: r_k \leq t \leq d_k - \tau_k} X_{krt} + Z_k = 1$$

$$k \in K$$

$$X_{krt} \in \{0,1\}$$

$$k \in K, r \in R, t = 1, \dots, T$$

$$Y_{rt} \in \{0,1\}$$

$$r \in R, t = 1, \dots, T$$

$$Z_k \in \{0,1\}$$

$$k \in K$$

Keterangan :

f_r : Tarif transportasi untuk masing-masing rute.

Y_{rt} : apakah rute r dioperasikan pada hari t?

g_k : tarif transportasi apabila order k dikirim sendiri dengan rute aslinya, $g_k \in f_r$ dimana jumlah S_r adalah satu (rute dengan satu tujuan tunggal).

Z_k : order k dikirimkan sendiri (tidak terkonsolidasi) melalui rute aslinya pada hari dimana order tersebut siap dikirimkan (*release time order*).

w_k : berat order k

X_{krt} : apakah order k dikirimkan melalui rute r pada hari t?

q : Kapasitas angkut maksimal (6100 Kg)

i_k : kota tujuan pengiriman order k

S_r : Kota tujuan dalam rute r.

Binary Integer Programming

dipilih sebagai model untuk permasalahan ini dikarenakan salah satu kelebihan yang dimiliki BIP yaitu bahwa BIP bisa digunakan untuk memodelkan keputusan ya atau tidak, yang diwakili oleh nilai variabel keputusannya yang bernilai nol atau satu. Keputusan berarti ya apabila variabel keputusan bernilai satu, dan berarti tidak apabila variabel keputusan bernilai nol

Output QS

Variabel	Nilai Solusi	Variabel	Nilai Solusi
X1A1	1	X32I5	1
X6AH1	1	X33AX5	1
X2AH1	1	X38AX5	1
X16U1	1	YA1	1
X20O1	1	YAH1	1
X28F1	1	YU1	1
X7AK2	1	YO1	1
X8AK2	1	YF1	1
X10AO2	1	YAK2	1
X11AO2	1	YAO2	1
X18E2	1	YE2	1
X34R2	1	YR2	1
X17B3	1	YB3	1
X9AI3	1	YAI3	1
X29AI3	1	YO3	1
X22O3	1	YI3	1
X24I3	1	YS3	1
X35S3	1	YP3	1
X40P3	1	YC4	1
X3C4	1	YV4	1
X14V4	1	YBU4	1
X26V4	1	YT4	1
X15BU4	1	YB5	1

X21BU4	1	YH5	1
X19T4	1	YE5	1
X4B5	1	YG5	1
X23H5	1	YAU5	1
X25E5	1	YI5	1
X39E5	1	YAX5	1
X27G5	1	Z5	1
X31M5	1	Z12	1
X31AU5	1	Z13	1
Z37	1	Z30	1

Solusi optimal adalah solusi feasible yang memberi nilai paling baik untuk fungsi tujuannya. Untuk model dalam permasalahan penjadwalan ini, solusi optimal dapat dilihat pada tabel 5.1. Solusi ini adalah solusi optimal karena solusi ini memberikan nilai minimal pada fungsi tujuan dan dapat memuaskan/memenuhi semua fungsi pembatas.

3.3 JADWAL PENGIRIMAN BERDASAR-KAN MODEL YANG DIBUAT

NO	Nama	Lokasi	Deadline order	Order Terkirim
1	LSS	Banjar	3-Sep	1-Sep
2	SU	Tasik	2-Sep	1-Sep
3	Uta	Tasik	5-Sep	4-Sep
4	MR	Ciamis	6-Sep	5-Sep
5	P2	Garut	4-Sep	3-Sep
6	BHS	Banjar	2-Sep	1-Sep
7	NAN	Cimahi	3-Sep	2-Sep
8	SIO	Padalarang	5-Sep	2-Sep
9	MIR	Garut	4-Sep	3-Sep
10	PAN	Cianjur	4-Sep	2-Sep
11	BR	Sukabumi	3-Sep	2-Sep
12	KUS	Ciawi	3-Sep	2-Sep
13	PH	Bandung	4-Sep	3-Sep
14	BEN	Cirebon	5-Sep	4-Sep
15	DIS	Cikampek	6-Sep	4-Sep
16	SER	Sumber	3-Sep	1-Sep
17	SUM	Ciamis	4-Sep	3-Sep
18	MSW	Bandung	4-Sep	2-Sep
19	ALF	Kuningan	5-Sep	4-Sep
20	TAM	Pandeglang	2-Sep	1-Sep
21	JOH	Cikarang	5-Sep	4-Sep
22	AJI	Pandeglang	4-Sep	3-Sep
23	KEM	Cianjur	7-Sep	5-Sep
24	SMG	Sukabumi	5-Sep	3-Sep
25	CAK	Bandung	6-Sep	5-Sep
26	MM	Cirebon	6-Sep	4-Sep
27	SID	Padalarang	7-Sep	5-Sep
28	NAN	Cimahi	2-Sep	1-Sep

Variabel keputusan yang memiliki kontribusi terhadap nilai fungsi obyektif adalah variabel Y_{rt} , yang mewakili rute kirim order dan Z_k yang secara khusus di definisikan sebagai variabel yang sekaligus mewakili rute dan hari kirim order k. Untuk melihat hari kirim order bisa dilakukan dengan melihat variabel X_{krt} dan Z_k yang bernilai 1.

Berdasarkan output QS diatas dapat dilihat jumlah rute yang dioperasikan, yaitu sebanyak 31 rute, yang masing-masing diwakili oleh 26 variabel Y_{rt} dan 5 variabel Z_k . Total biaya transportasi untuk rencana pengiriman berdasarkan solusi optimal yang didapat adalah sebesar Rp. 32.883.000.

29	TB	Tasik	4-Sep	3-Sep
30	UAJ	Bogor	5-Sep	4-Sep
31	AL	Cibinong	7-Sep	5-Sep
32	PUR	Sukabumi	6-Sep	5-Sep
33	EKA	Pandeglang	7-Sep	5-Sep
34	GOB	Majalengka	4-Sep	2-Sep
35	KOT	Sumedang	5-Sep	3-Sep
36	SUB	Bogor	6-Sep	5-Sep
37	CHD	Ciawi	3-Sep	2-Sep
38	MAN	Rangkasbitung	6-Sep	5-Sep
39	KRS	Bandung	7-Sep	5-Sep
40	AND	Serang	5-Sep	3-Sep

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Pendekatan analitis yang sesuai untuk permasalahan ini adalah dengan pemodelan kedalam *Binary Integer Programming*.
2. Dengan melakukan pendekatan analitis dalam permasalahan penjadwalan ini, diperoleh beberapa manfaat, yaitu:
 - Permasalahan menjadi lebih terstruktur dan lebih mudah dipahami.
 - Proses penjadwalan tidak terlalu banyak tergantung pada intuisi seseorang, sehingga dapat dilakukan oleh orang-orang yang berbeda.
 - Dengan menggunakan model analitis pada permasalahan ini, dapat diperoleh solusi optimal.

Selain manfaat diatas ada satu hambatan dalam menerapkan metode ini dalam perusahaan, yaitu waktu. Pendekatan analitis dengan *binary integer programming* dalam permasalahan ini relatif membutuhkan waktu yang lama.
3. Total biaya yang harus dikeluarkan untuk pengiriman periode I Bulan September 2005 Rp.3.668.000,- lebih hemat dibandingkan jadwal yang dibuat perusahaan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ghiani, G., Laporte, and Musmanno, R., *Introduction to Logistic System Planing and Control*, John Wiley and Sons. Ltd, 2004.

- [2] Ballou, H., Ronald, *Bussiness Logistic Management*, Prentice Hall, Inc., Englewoods Cliffs, NJ., 1992.
- [3] Stock, R., James, Lambert, M., Douglas, *Strategic Logistic Management*, McGraw-Hill Inc., Singapore, 2001.
- [4] Christoper, Martin, *Logistic and Supply Chain Management, Strategies for Reducing Cost and Improving Service*, Pearson education, Ltd., Edinburg, 1998.
- [5] Moore, Jeffrey, Weatherford, Larry, R., *Decision Modelling, Modelling With Excel*, Prentice Hall, Inc., 2000.
- [6] Hillier, S., Frederick, Lieberman, J., Gerald, *Introduction to Operational Research*, McGraw-Hill Inc., Singapore, 1995.
- [7] Parkes, C., David (2002), *Solving Integer Programming*. <http://eecs.harvard.edu>.
- [8] Ralph, T, *Introduction to Mathematical Programs*, <http://lehigh.edu>.